



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 101 53 319 A 1

51 Int. Cl.⁷:
B 81 B 7/02

21 Aktenzeichen: 101 53 319.5
22 Anmeldetag: 29. 10. 2001
43 Offenlegungstag: 15. 5. 2003

DE 101 53 319 A 1

71 Anmelder:
Austriamicrosystems AG, Schloß Premstätten, AT
74 Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer GbR, 80339 München

72 Erfinder:
Brandl, Manfred, Gratwein, AT; Csernicska, Robert, Stainz, AT

56 Entgegenhaltungen:

DE 199 62 231 A1
DE 196 17 696 A1
DE 100 27 234 A1

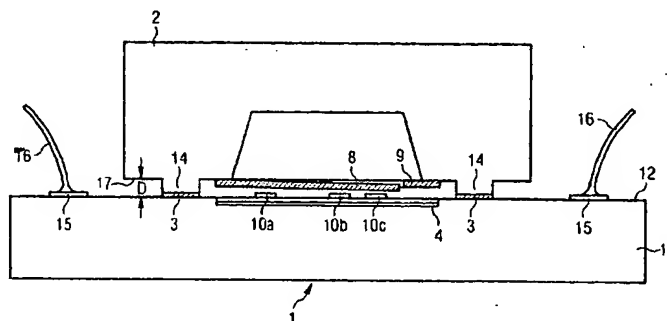
Martin A. Schmidt, "Wafer-to-Wafer Bonding for Microstructure Formation", Proc. of the IEEE, Vol. 86, No. 8, August 1998, 1575-1585;
R.F. Wolffenbuttel, K.D. Wise, "Low-temperature silicon wafer-to-wafer bonding using gold at eutectic temperature", Sensors and Actuators A, 43 (1994) 223-229;
R.F. Wolffenbuttel, "Low-temperature intermediate Au-Si wafer bonding, eutectic or silicide bond", Sensors and Actuators A, 62 (1997) 680-686;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Mikrosensor

57 Die Erfindung beschreibt einen Mikrosensor mit einem Sensorelement (2) und einem integrierten Schaltkreis (1), der einen Halbleiterkörper (11) mit einer integrierten Schaltung (4) umfasst, wobei das Sensorelement (2) auf einer Hauptfläche (12) des Halbleiterkörpers (11) angeordnet und zwischen dem Halbleiterkörper (11) und dem Sensorelement (2) eine eutektische Verbindung (3) ausgebildet ist.



DE 101 53 319 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Mikrosensor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein derartiger Mikrosensor ist beispielsweise aus DE 100 27 234 A1 bekannt. Hierin ist ein Mikrosensor mit einem integrierten Schaltkreis und einem darauf montierten mikromechanischen Sensorelement beschrieben. Das Sensorelement ist mechanisch und elektrisch durch eine umlaufende Lötnaht mit dem integrierten Schaltkreis verbunden. Ferner weist das Sensorelement zur Messung von Beschleunigungen einen Biegebalken auf, dessen Abstand zu dem integrierten Schaltkreis kapazitiv bestimmt und in ein Messsignal umgewandelt wird.

[0003] Bei einer solchen Anordnung stellt der Abstand des Sensorelements von dem integrierten Schaltkreis das Bezugssystem und die Referenz für die Positionsbestimmung des Biegebalkens dar. Eine Änderung des Abstands des Sensorelements zu der integrierten Schaltung würde das Messergebnis verfälschen und ist daher zu vermeiden. Dies erfordert eine genau definierte und langzeitstabile Verbindung des Sensorelements mit dem integrierten Schaltkreis. Zur elektrischen Kopplung sollte die Verbindung zudem elektrisch leitfähig sein.

[0004] Bei einer Lötverbindung besteht die Gefahr, dass sich die Verbindung unter dem Einfluss mechanischer Spannungen verformt. Auch eine Alterung der Lötverbindung kann zu einer Lageveränderung des Sensorelements relativ zur dem integrierten Schaltkreis führen. Diese Gefahr wird durch eine Temperaturerhöhung, wie sie beispielsweise beim Auflöten des Mikrosensors auf eine Leiterplatte auftreten kann, deutlich erhöht.

[0005] Zudem erfordert die Herstellung einer Mehrzahl von Mikrosensoren mit Lötverbindungen im Wafervverbund einen hohen technischen Aufwand, da viele Lötflächen gleichzeitig mit hoher Präzision miteinander verlötet werden müssen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Mikrosensor der eingangs genannten Art mit einer verbesserten Verbindung zwischen einem Sensorelement und einem integrierten Schaltkreis zu schaffen. Vorzugsweise soll der Mikrosensor im Wafervverbund gefertigt werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird durch einen Mikrosensor nach Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, ein vorzugsweise mikromechanisches Sensorelement mittels einer eutektischen Verbindung mit einem integrierten Schaltkreis (integrated circuit, IC) in Form eines Halbleiterchips zu verbinden. Insbesondere ist ein Sensorelement auf Siliziumbasis für eine eutektische Verbindung mit einem Silizium-Halbleiterchip, beispielsweise einem CMOS- oder BiCMOS-IC, geeignet.

[0009] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, einen Mikrosensor mit einem Sensorelement und einem integrierten Schaltkreis, umfassend einen Halbleiterkörper mit einer integrierten Schaltung, zu bilden, wobei das Sensorelement auf einer Hauptfläche des Halbleiterkörpers angeordnet ist und zwischen dem Halbleiterkörper und dem Sensorelement eine eutektische Verbindung ausgebildet ist.

[0010] Eutektische Verbindungen, insbesondere eutektische Silizium-Gold-Verbindungen, zeichnen sich durch eine hohe mechanische Stabilität in einem weiten Temperaturbereich aus. Insbesondere sind derartige Verbindung mechanisch und thermisch stabiler als herkömmliche Lötverbindungen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass eutektische Verbindungen sehr dünn ausgeführt werden können, so dass der hinsichtlich einer Lageveränderung kritische Bereich

klein gehalten wird.

[0011] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das Sensorelement aus einem Halbleitermaterial gebildet oder weist zumindest eine Halbleiterschicht oder ein Halbleitersubstrat auf. Die eutektische Verbindung kann in diesem Fall zwischen einer Halbleiteroberfläche des Sensorelements und einer Oberfläche des Halbleiterkörpers des integrierten Schaltkreises ausgebildet werden.

[0012] Hierzu ist bevorzugt der Halbleiterkörper auf der dem Sensorelement zugewandten Hauptfläche mit einer Metallschicht versehen. Die eutektische Verbindung wird in diesem Fall aus der Metallschicht und dem Halbleitermaterial des Sensorelements gebildet. Vorteilhafterweise wird so eine sehr kompakte Verbindung zwischen Sensorelement und Halbleiterkörper geschaffen, für die zudem nur eine geringe Zahl von Verbindungskomponenten benötigt wird. Alternativ kann auch das Sensorelement mit einer Metallschicht versehen und die eutektische Verbindung aus dem Material des Halbleiterkörpers und der Metallschicht des Sensorelements gebildet sein.

[0013] Vorzugsweise wird für einen integrierten Schaltkreis bzw. ein Sensorelement auf Siliziumbasis als Metallschicht eine Goldschicht oder eine Gold enthaltende Schicht verwendet. Als eutektische Verbindung dient hierbei ein Silizium-Gold-Eutektikum, das beispielsweise durch Aneinanderfügen einer Silizium- und einer Goldoberfläche bei erhöhter Temperatur und erhöhtem Druck ausgebildet werden kann.

[0014] Der Schmelzpunkt des Silizium-Gold-Eutektikums liegt mit 363°C in einem vorteilhaften Temperaturbereich. Einerseits ist die Schmelztemperatur so niedrig, so dass die zur Ausbildung der eutektischen Verbindung erforderlichen Temperaturen für den integrierten Schaltkreis bei geeigneter Prozessführung unschädlich sind. Andererseits ist die Schmelztemperatur deutlich größer als die Maximaltemperatur, die üblicherweise beim Auflöten von Bauelementen auf Leiterplatten auftritt und die in der Regel zwischen 260°C und 280°C liegt. Dies gewährleistet, dass beim Auflöten die eutektische Verbindung nicht verändert oder gar gelöst wird. Gegebenenfalls kann durch eine an die eutektische Verbindung angrenzende, metallische Pufferschicht die Schmelztemperatur der eutektischen Verbindung durch Legierung mit der Pufferschicht noch erhöht werden.

[0015] Besonders bevorzugt basieren das Sensorelement und der integrierte Schaltkreis auf dem gleichen Halbleitermaterial. Eine im wesentlichen gleichartige Zusammensetzung des für das Sensorelement und für den integrierten Schaltkreis verwendeten Halbleitermaterials führt zu vorteilhaft geringen mechanischen Verspannungen zwischen dem Sensorelement und dem integrierten Schaltkreis, da beide Komponenten des Mikrosensors etwa denselben thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen.

[0016] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die integrierte Schaltung auf der dem Sensorelement zugewandten Hauptfläche des Halbleiterkörpers oder in der Nähe dieser Hauptfläche ausgebildet. Dies ermöglicht zwischen der integrierten Schaltung und dem Sensorelement oder Elektroden, die dem Sensorelement zugeordnet sind, kurze elektrische Verbindungen, die sich allgemein durch kurze Signallaufzeiten und geringe Störanfälligkeit auszeichnen. Bei kapazitiver oder induktiver Aufnahme bzw. Übertragung eines Messsignals, beispielsweise durch dem Sensorelement zugeordnete Elektroden, sind kurze elektrische Verbindungen besonders vorteilhaft, da die parasitären Induktivitäten und Kapazitäten der elektrischen Verbindung vergleichsweise gering sind. Damit wird eine Verfälschung des Messsignals weitgehend unterdrückt.

[0017] Vorzugsweise ist die integrierte Schaltung von der

bereits beschriebenen Metallschicht bedeckt, so dass das Sensorelement unmittelbar über der integrierten Schaltung angeordnet werden kann.

[0018] Zwischen der integrierten Schaltung und der Metallschicht kann eine Haftschicht angeordnet sein, die die Haftung der Metallschicht auf dem Halbleiterkörper bzw. auf der integrierten Schaltung erhöht. Vorteilhaft ist dabei eine elektrisch leitende Haftschicht, beispielsweise eine Titanschicht.

[0019] Weiter bevorzugt ist zwischen der integrierten Schaltung und der Metallschicht eine Barrierschicht ausgebildet, die eine Diffusion von Atomen aus der Metallschicht in die integrierte Schaltung verhindert. Eine solche Barrierschicht kann vorteilhafterweise auch in dem Sensorelement ausgebildet sein.

[0020] Wird die eutektische Verbindung beidseitig von Barrierschichten eingefasst, so wird dadurch die Ausdehnung der eutektischen Verbindung festgelegt. Mit Vorteil kann so die Dicke der eutektischen Verbindung mit hoher Präzision eingestellt werden.

[0021] Weitere Merkmale, Vorzüge und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgend beschriebenen zwei Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 und 2.

[0022] Es zeigen

[0023] Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Mikrosensors und

[0024] Fig. 2a und 2b eine schematische Teilschnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Mikrosensors vor und nach der Ausbildung der eutektischen Verbindung.

[0025] Gleiche oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0026] Der in Fig. 1 dargestellte Mikrosensor weist einen integrierten Schaltkreis 1 und ein Sensorelement 2 auf. Der integrierte Schaltkreis 1 umfasst einen Halbleiterkörper 11 mit einer Hauptfläche 12 sowie eine integrierte Schaltung 4, die auf der Seite der Hauptfläche 12 ausgebildet ist.

[0027] Das Sensorelement 2 ist auf der Hauptfläche 12 angeordnet. Dazu ist das Sensorelement mit einem umlaufenden Vorsprung 14 auf die Hauptfläche 12 des Halbleiterkörpers 11 aufgesetzt und eine eutektische Verbindung 3 zwischen dem Vorsprung 14 und dem Halbleiterkörper 11 ausgebildet. Die eutektische Verbindung 3 wird im Zusammenhang mit Fig. 2a und 2b noch genauer erläutert.

[0028] Das Sensorelement 2 ist bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel als mikromechanisches Sensorelement für einen Beschleunigungssensor ausgeführt. Dazu weist das Sensorelement 2 eine bewegliche Komponente in Form eines Federstreifens 8 (schematisch in ausgelenkter Lage dargestellt) auf, der von einem umlaufenden, im montierten Zustand parallel zur Hauptfläche 12 angeordneten Rahmen 9 umgeben ist. Der Federstreifen 8 wird je nach Größe der einwirkenden Beschleunigung aus seiner Ruhelage ausgelenkt, so dass sich der Abstand des Federstreifens 8 zu der Hauptfläche 12 in Abhängigkeit der Beschleunigung ändert.

[0029] Dieser Abstand wird kapazitiv gemessen und mittels der integrierten Schaltung in ein elektrisches Messsignal umgewandelt.

[0030] Zur kapazitiven Messung sind dem Sensorelement zugeordnete und dem Federstreifen 8 gegenüberliegende Elektroden 10 vorgesehen, die beispielsweise als Referenzelektrode 10a, Messelektrode 10c und Aktuatorelektrode 10b fungieren können. Die Referenzelektrode 10a ist am fixierten Ende des Federstreifens 8 angeordnet, so dass sich der Abstand zum Federstreifen auch bei dessen Auslenkung nur geringfügig ändert. Die Messelektrode 10c ist hingegen dem

anderen Ende des Federstreifens 8 gegenüberliegend und somit an einem Ort mit möglichst großer Auslenkung angeordnet. Über die Aktuatorelektrode 10b kann eine elektrostatische Kraft auf den Federstreifen 8 ausgeübt werden. Dies ermöglicht eine Einstellung der Ruhelage des Federstreifens 8. Weiterhin kann damit der Federstreifen stabilisiert und dessen Empfindlichkeit variiert werden.

[0031] Das an den Elektroden 10 anliegende, kapazitive Messsignal wird mittels der integrierten Schaltung aufbereitet. Die integrierte Schaltung kann dazu beispielsweise eine Mess-, Kalibrier- und/oder Kompensationsschaltung umfassen. Von der integrierten Schaltung aus wird das aufbereitete Messsignal über Leiterbahnen (nicht dargestellt), Anschlussflächen 15 und Drahtanschlüsse 16 zu externe Anschlüssen herausgeführt.

[0032] Für die Funktion des Mikrosensors und die Genauigkeit des Messergebnisses ist der Abstand D zwischen der Hauptfläche 12 und der gegenüberliegenden Fläche 17 des Sensorelements von entscheidender Bedeutung. Dieser Abstand D setzt sich zusammen aus der Höhe des Vorsprungs 14, der Dicke der eutektischen Verbindung 3 und gegebenenfalls der Dicke weiterer Zwischenschichten. Die Höhe des Vorsprungs und die Dicke weiterer Zwischenschichten kann mit Hilfe an sich bekannter Herstellungsverfahren wie beispielsweise Trockenätzen mit hinreichender Genauigkeit gefertigt werden. Da die eutektische Verbindung 3, wie bereits beschrieben, ebenfalls mit einer genau vorherbestimmten Dicke ausgebildet werden kann, kann ein vorgegebener Abstand D zwischen der Hauptfläche 12 und der gegenüberliegenden Fläche 17 bei der Fertigung sehr genau eingehalten werden.

[0033] Statt eines Federstreifens kann ein mikromechanisches Sensorelement zur Erfassung anderer Messgrößen auch andere bewegliche Komponenten aufweisen. Beispielsweise kann bei einem Drucksensor das Sensorelement an der Stelle des Federstreifens 8 eine dünne Membran, vorzugsweise eine Siliziummembran, enthalten, deren Durchbiegung kapazitiv oder induktiv gemessen wird. Zweckmäßigerweise ist dabei in dem Sensorelement eine Öffnung gebildet, so dass auf einer Seite der Membran der zu erfassende Umgebungsdruck herrscht. Auch andere, beispielsweise schwingungsfähige oder resonanzfähige mikromechanische Strukturen werden oftmals verwendet.

[0034] In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung im Detail dargestellt. Fig. 2a zeigt das Sensorelement und den integrierten Schaltkreis eines Mikrosensors unmittelbar vor der Ausbildung der eutektischen Verbindung 3. Fig. 2b zeigt eine entsprechende Darstellung des Mikrosensors mit ausgebildeter eutektischer Verbindung 3.

[0035] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist die integrierte Schaltung 1 einen Halbleiterkörper 11 aus Silizium auf. Die integrierte Schaltung kann beispielsweise ein CMOS- oder BiCMOS-IC sein.

[0036] Das Sensorelement 2 ist ebenfalls aus einem Siliziumkörper gefertigt. Aufgrund der Wahl gleicher Materialien für die integrierte Schaltung und das Sensorelement besitzen diese Komponenten des Mikrosensors annähernd denselben thermischen Ausdehnungskoeffizienten, so dass bei Temperaturänderungen, insbesondere während einer Abkühlphase nach der Herstellung oder beim Verlöten des Mikrosensors, mechanische Verspannungen zwischen Sensorelement und integrierter Schaltung gering gehalten werden.

[0037] Für Mikrosensoren auf Siliziumbasis wird zur eutektischen Verbindung besonders bevorzugt ein Silizium-Gold-Eutektikum verwendet. Dieses Eutektikum zeichnet sich durch eine Schmelztemperatur aus, die mit 363°C insbesondere so gering ist, dass bei geeigneter Prozessführung keine Schäden an dem integrierten Schaltkreis auftreten.

[0038] Weiterhin bildet ein Silizium-Gold-Eutektikum eine feste, korrosionsbeständige und mechanisch und thermisch langzeitstabile Verbindung aus. Die Verbindung ist vorteilhafterweise gasdicht und kann zur hermetischen Einkapselung des Mikrosensorinnenraums verwendet werden. Diese Eigenschaft ist insbesondere für Drucksensoren vorteilhaft. Beispielsweise kann eine an eine Membran grenzende Referenzzelle mittels der eutektischen Verbindung mit der Membran verbunden und so gasdicht und hermetisch verschlossen sein. Der zu messende Druck ergibt sich bei einer derartigen Anordnung aus der Durchbiegung der Membran gegenüber der Referenzzelle und dem darin herrschenden Referenzdruck. Durch die gasdichte hermetische Einkapselung mittels der eutektischen Verbindung wird ein zeitlich konstanter Referenzdruck gewährleistet.

[0039] Generell ist eine hermetische Einkapselung für Mikrosensoren mit kapazitiver Erzeugung des Messsignals vorteilhaft, um die dielektrischen Eigenschaften des eingeschlossenen Mediums konstant zu halten.

[0040] Statt eines Silizium-Gold-Eutektikums kann gegebenenfalls auch ein Silizium-Silber- oder ein Silizium-Aluminium-Eutektikum verwendet werden.

[0041] Zur Ausbildung der eutektischen Verbindung ist auf der Hauptfläche 12 des Halbleiterkörpers 11 eine Metallschicht 7, vorzugsweise eine Goldschicht, aufgebracht, Fig. 2a. Die Metallschicht 7 kann beispielsweise chemisch oder galvanisch erzeugt, aufgedampft oder aufgesputtert werden, wobei gegebenenfalls zur lateralen Strukturierung eine geeignete Maskentechnik verwendet wird.

[0042] Die von der Metallschicht bedeckten Strukturen 13 können dabei sowohl Teile der integrierten Schaltung 4 als auch beispielsweise Leiterbahnen sein. Insbesondere eine umlaufende eutektische Verbindung zur Einkapselung des Mikrosensorinnenraums macht es in der Regel erforderlich, Leiterbahnen aus dem Mikrosensorinnenraum zu den außenliegenden Drahtanschlussbereichen zu führen. Bei einer entsprechenden Leiterbahnführung vom Bereich 21a in den Bereich 21b kreuzen die Leiterbahnen die Verbindungsrichtung der eutektischen Verbindung. Hierbei kann vorteilhafterweise die Metallschicht bzw. eutektische Verbindung auch Teile der Leiterbahnen bedecken, wobei eine elektrische Isolierung der Leiterbahnen, beispielsweise mit einer Oxidschicht, zweckmäßig ist.

[0043] Selbstverständlich kann die Metallschicht 7 auch unmittelbar auf die Hauptfläche 12 des Halbleiterkörpers 11 aufgebracht werden. Im folgenden ist unter den Strukturen 13 auch die Hauptfläche 12 des Halbleiterkörpers 11 zu verstehen.

[0044] Zwischen den Strukturen 13 und der Metallschicht 7 ist vorzugsweise eine Barrierschicht 5 angeordnet. Diese Barrierschicht 5 verhindert ein Eindiffundieren von Metallatomen aus der Metallschicht 7 in die integrierte Schaltung 4 und definiert so auf der Seite des integrierten Schaltkreises 1 die Ausdehnung bzw. Dicke der eutektischen Verbindung. Als Barrierschicht kann beispielsweise eine Siliziumoxid- oder Siliziumnitridschichten verwendet werden. Auch eine Metallschicht, die beispielsweise Palladium, Platin, Wolfram und/oder Titan enthalten kann, ist als Barrierschicht geeignet.

[0045] Weiterhin kann zwischen der Metallschicht 7 und den bedeckten Strukturen 13, vorzugsweise auf den bedeckten Strukturen 13, eine Haftschrift, beispielsweise eine Titanschicht, und/oder eine Pufferschicht, beispielsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, angeordnet sein (nicht dargestellt). Eine Haftschrift erhöht die Haftung der Metallschicht 7 auf den bedeckten Strukturen 13 und verbessert so in der Folge die Verankerung der eutektischen Verbindung mit dem integrierten Schaltkreis 1.

[0046] Das Sensorelement 2 weist auf der der Metallschicht 7 zugewandten Seite im Bereich der auszubildenden eutektischen Verbindung eine Halbleiteroberfläche zur Ausbildung eines Halbleiter-Metall-Eutektikums auf. Vorzugsweise wird diese Oberfläche von dem Sensorelement selbst oder einer auf das Sensorelement aufgetragenen Halbleiterschicht 6 gebildet. Bei der letztgenannten Möglichkeit ist die Halbleiterschicht 6 vorzugsweise auf eine Barrierschicht 19, zum Beispiel aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Wolfram, Titan, Palladium oder Platin, aufgebracht, die bei der Ausbildung der eutektischen Verbindung eine Ausbreitung von Atomen der Metallschicht in das Sensorelement limitiert.

[0047] Durch eine beidseitig Einfassung der eutektischen Verbindung durch die Barrierschichten 5 und 19 kann die Dicke der eutektischen Verbindung sehr genau festgelegt werden. Es sei jedoch angemerkt, dass die genannten Barrierschichten bei der Erfindung vorteilhaft, aber nicht zwingend erforderlich sind.

[0048] Bei einem Sensorelement auf Siliziumbasis dient zur Ausbildung der eutektischen Verbindung zweckmäßigerweise eine Siliziumoberfläche. Diese kann von dem Sensorelement selbst oder bevorzugt von einer darauf aufgetragenen Siliziumschicht gebildet werden. Als Barrierschicht eignet sich insbesondere eine Siliziumoxid- oder eine Siliziumnitridschicht.

[0049] Auf der dem integrierten Schaltkreis 1 zugewandten Seite ist bei dem Sensorelement wie bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ein Vorsprung 14 ausgebildet. Dieser kann beispielsweise durch bereichsweise Abtragung geformt werden. Hierfür eignet sich besonders ein Trockenätzverfahren, bei dem der Abstand von der Oberfläche 18 des Vorsprungs 14 zu der geätzten Oberfläche 17 sehr genau festgelegt werden kann. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt dieser Abstand etwa 4 µm.

[0050] Vorteilhafterweise wird die Dicke der Siliziumschicht so bemessen und auf die Dicke der Goldschicht abgestimmt, dass die die eutektische Verbindung bildende Siliziummenge und Goldmenge bereits in dem durch das Silizium-Gold-Eutektikum vorgegebenen stöchiometrischen Verhältnis vorliegen. Dieses stöchiometrische Verhältnis liegt bei 94 Gew.-% Gold zu 6 Gew.-% Silizium. Die entspricht bei gleicher Fläche einem Verhältnis der Dicke der Goldschicht zur Dicke der Siliziumschicht von 100 zu 52.

[0051] Zur Ausbildung der eutektischen Verbindung werden das Sensorelement und der integrierte Schaltkreis aneinandergesetzt, so dass die Metallschicht 7 und die Halbleiteroberfläche 18 in Kontakt kommen. In an sich bekannter Weise bildet sich bei erhöhter Temperatur und/oder erhöhtem Anpressdruck zwischen der Metallschicht und der Halbleiteroberfläche die eutektische Verbindung aus.

[0052] Dabei verflüssigt sich die eutektische Phase zunächst und erstarrt schließlich zu einem einheitlichen eutektischen Gefüge, das die eutektische Verbindung 3 darstellt, Fig. 2b.

[0053] Durch die Verflüssigung werden mit Vorteil Oberflächenrauigkeiten und Unebenheiten der bedeckten Strukturen 13 ausgeglichen. Typischerweise sind Unebenheiten bis etwa 0,5 µm tolerabel. Weiterhin wird ein geringfügiger Teil des flüssigen Eutektikums in lateraler Richtung verdrängt und erstarrt in Form einer Hohlkehle 20. Die Dicke der eutektischen Verbindung beträgt beispielsweise etwa 1 µm.

[0054] Die jeweiligen Prozessparameter zur Ausbildung der eutektischen Verbindung 3, insbesondere Anpressdruck und Temperatur, hängen von den beteiligten Materialien ab. Eine eutektische Silizium-Gold-Verbindung wird vorzugsweise bei Temperaturen zwischen 363°C, der Schmelztem-

peratur des Eutektikums, und etwa 390°C gebildet. Dabei kann durch eine geeignete Prozessführung eine weitgehend verspannungsfreie Verbindung ausgebildet werden. Voraussetzung hierfür sind gleiche Temperaturen von Sensorelement und integriertem Schaltkreis bei der Ausbildung der eutektischen Verbindung sowie ein möglichst geringer lateraler Temperaturgradient. Mit besonderem Vorteil kann eine Mehrzahl eutektischer Verbindungen gleichzeitig im Waferverbund ausgebildet werden.

[0055] Die Erläuterung der Erfindung anhand der beschriebenen Ausführungsbeispiele ist selbstverständlich nicht als Beschränkung der Erfindung hierauf zu verstehen.

Patentansprüche

1. Mikrosensor mit einem Sensorelement (2) und einem integrierten Schaltkreis (1), umfassend einen Halbleiterkörper (11) mit einer integrierten Schaltung (4), wobei das Sensorelement (2) auf einer Hauptfläche (12) des Halbleiterkörpers (11) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Halbleiterkörper (11) und dem Sensorelement (2) eine eutektische Verbindung (3) ausgebildet ist.
2. Mikrosensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die integrierte Schaltung (4) auf der dem Sensorelement (2) zugewandten Seite des Halbleiterkörpers (11) ausgebildet ist.
3. Mikrosensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (2) aus einem Halbleitermaterial gebildet ist oder eine Schicht (6) oder ein Substrat aus einem Halbleitermaterial aufweist.
4. Mikrosensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiterkörper (11) des integrierten Schaltkreises (1) und das Sensorelement (2) gleiche Halbleitermaterialien enthalten.
5. Mikrosensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Halbleiterkörper (11) des integrierten Schaltkreises (1) und das Sensorelement (2) Silizium enthalten.
6. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die eutektische Verbindung (3) aus einer auf der Hauptfläche (12) des Halbleiterkörpers (11) angeordneten Metallschicht (7) und dem Halbleitermaterial des Sensorelements (2) gebildet ist.
7. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die eutektische Verbindung (3) aus einer auf dem Sensorelement (2) angeordneten Metallschicht und dem Material des Halbleiterkörpers gebildet ist.
8. Mikrosensor nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht eine Goldschicht ist oder Gold enthält.
9. Mikrosensor nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die integrierte Schaltung (4) mit der Metallschicht (7) abgedeckt ist.
10. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Metallschicht (7) und der integrierten Schaltung (4) eine Barrierschicht (5) und/oder eine Haftschrift angeordnet ist.
11. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (2) eine Barrierschicht (19) aufweist.
12. Mikrosensor nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Barrierschicht (5) zwischen der integrierten Schaltung (4) und der Metallschicht und/oder die Barrierschicht (19) des Sensorelements

(2) Siliziumoxid oder Siliziumnitrid enthalten.

13. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die eutektische Verbindung (3) ein Silizium-Gold-Eutektikum enthält.

14. Mikrosensor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (2) ein mikromechanisches Sensorelement ist.

15. Mikrosensor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorelement (2) eine bewegliche Komponente umfasst, aus deren Abstand zum Halbleiterkörper (11) ein Messsignal erzeugt wird.

16. Mikrosensor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Messsignal induktiv oder kapazitiv aus dem Abstand erzeugt wird.

17. Mikrosensor nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die bewegliche Komponente ein Federstreifen (8), eine bewegliche Membran oder eine schwingungsfähige Struktur ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 2a

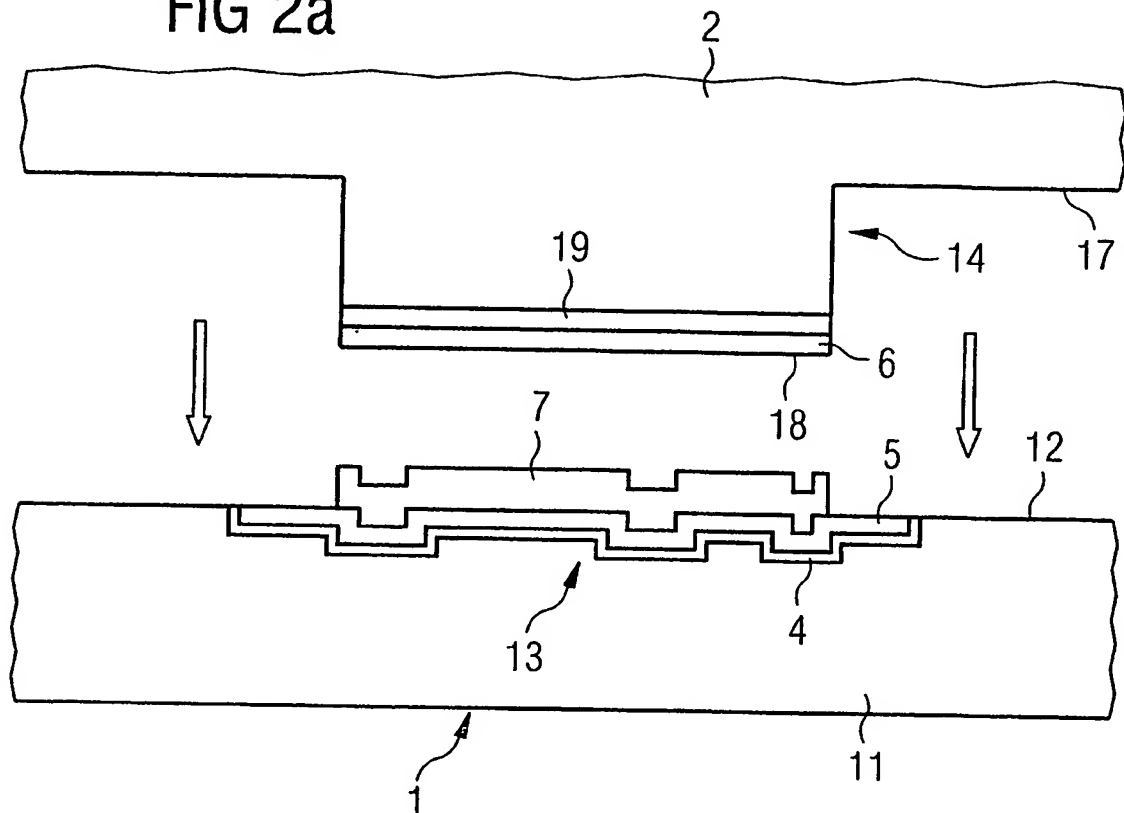


FIG 2b

